



**“¿ES POSIBLE INTEGRAR RIGIDECES DE INFORMACIÓN Y
PRECIOS EN LA CURVA DE PHILLIPS?, UNA APROXIMACIÓN AL
CASO PERUANO”**

**Trabajo de Investigación presentado
para optar al Grado Académico de
Magister en Economía**

Presentado Por

Sr. Gustavo Suyo Ortiz

Asesor: Carlos Montoro

2018

En agradecimiento a mis padres, por ser mi apoyo
e inspiración permanente.

Resumen ejecutivo

En el presente documento se evalúa la presencia de rigideces de precios e información que generaron inercia en la inflación de Perú entre los años 2003 y 2016. Para esto, se plantea una forma funcional de la Curva de Phillips Neokeynesiana basada en el trabajo de Dupor, Kitamura y Tsuruga (2010) que integra ambas rigideces en un solo modelo de información rezagada con *inattentiveness* y ajustes de precio *a la Calvo*, de tal manera que se obtenga una estimación cercana a la inflación observada, en el periodo de evaluación.

En este modelo, cada firma tiene dos probabilidades de ajuste independientemente distribuidas: una para cambiar sus precios y otra para actualizar su información. Entre las firmas que cambian precios, algunas los establecen en base a información nueva, mientras que el resto, solo lo hace con información antigua. Así, al agregar la decisión de todas las firmas, se obtiene un modelo de inflación con un parámetro γ que mide el grado de rigidez en precios y θ que estima la rigidez en información. Este modelo contiene tres elementos importantes: el costo marginal, la inflación rezagada y la expectativa pasada de la inflación.

La estimación de estos parámetros se realiza a través de un modelo vectorial autorregresivo (VAR) en dos etapas. En primera instancia, se estima el VAR para obtener la predicción de las series del costo marginal y la inflación. Dado este proceso, en un segundo momento se minimiza la varianza de la distancia entre la inflación calculada por el modelo y la real. Como resultado, los parámetros estructurales estimados equivalen a la probabilidad de no cambio de precio γ y la probabilidad que no se actualice información θ .¹ Se espera que ambos parámetros sean estadísticamente significativos y que la inflación predicha por el modelo con *dual stickiness* se acerque a la inflación observada para Perú, demostrando así la relevancia de ambas rigideces.

¹ Dupor, Bill, Tomiyuki Kitamura, & Takayuki Tsuruga (2010). “*Integrating Sticky Information and Sticky Prices*,” Review of Economics and Statistics, 92 (3), Pág. 658.

Índice

Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos.....	vi
Índice de anexos.....	vii
 Capítulo I. Introducción.....	 1
 Capítulo II. Marco Teórico.....	 7
 Capítulo III. Modelo.....	 10
 Capítulo IV. Metodología.....	 14
 Capítulo V. Resultados.....	 17
 Conclusiones y recomendaciones.....	 25
 Bibliografía.....	 27
 Anexos.....	 31

Índice de Tablas

Tabla 1.	Indicadores de Rigidez de Precios.....	5
Tabla 2.	Parámetros VAR - Forma Reducida.....	18
Tabla 3.	Parámetros Estructurales - Modelo Ajustado.....	19
Tabla 4.	Modelos con Doble Rigidez en sub-muestras.....	23

Índice de Gráficos

Gráfico 1.	Inflación Real vs Inflación Proyectada (SI).....	21
Gráfico 2.	Inflación Real vs Inflación Proyectada (DUAL).....	22

Índice de Anexos

Anexo 1.	Estimación de los coeficientes VAR en la primera etapa.....	32
Anexo 2.	Derivación de la Curva de Philips Modelo DUAL.....	33

Capítulo I. Introducción

El entendimiento de la conexión entre variables reales y nominales, más específicamente entre la inflación y el ciclo del producto, es una cuestión que ha motivado diversas teorías en el campo de la economía. Es así que, Phillips (1958) propuso una relación macroeconómica que empíricamente tuvo éxito en explicar los movimientos de la actividad económica y la inflación desde comienzos del siglo XX para EEUU.² Sin embargo, posteriormente fueron Samuelson y Solow (1960) quienes utilizaron esta relación para atribuir a la rigidez de precios de corto plazo, la evolución de la curva hacia una de largo plazo con el supuesto de flexibilidad de precios. Al remarcar esta diferencia, se dio el surgimiento de la curva de oferta agregada, cuyo efecto sobre la política monetaria propicia un impacto sobre la demanda agregada que genera efectos reales en la economía.

Dada la aceptación de la curva de Phillips como una relación fundamental en términos macroeconómicos, la búsqueda de una fundamentación microeconómica comenzó a partir de Friedman (1968) y Phelps (1968), quienes sugirieron que la información imperfecta jugaba un rol clave. Ambos señalaron que en el corto plazo, los agentes desconocen todas las condiciones económicas necesarias para tomar decisiones óptimas, lo que permite el surgimiento de una curva de Phillips de corto plazo que a la postre desaparece en el largo plazo. Teniendo en cuenta que desde los 70's se dio un mayor énfasis a la existencia de información imperfecta y un trade-off entre el corto y largo plazo de la curva de oferta agregada, se intentó formalizar modelos que incluyeran una nueva corriente de pensamiento: la revolución de las expectativas racionales.

En este sentido, es precisamente Lucas (1972) quien resalta que los agentes en muchas ocasiones observan los precios de su producción pero no el de los bienes al mismo tiempo. Debido a esta falla en el *timing* de la observación de los precios por parte de las familias, se genera un problema de *extracción de señales* que impide descifrar los futuros movimientos de los precios relativos que ellas observan respecto al nivel general de precios y genera una confusión en los agentes que resulta en una curva de Phillips de corto plazo. Siguiendo esta línea, Barro (1977) y Townsend (1983) modelaron el efecto de la información imperfecta sobre la actividad económica concentrándose en la importancia

² Mankiw, N. Gregory & Ricardo Reis (2002). “*Sticky Information versus Sticky Prices: A Proposal to Replace the New Keynesian Phillips Curve.*” *Quarterly Journal of Economics*, 117 (4), Pág. 1296.

de la anticipación o no de los movimientos del dinero y la capacidad predictiva de los agentes en base a las expectativas de otros.

Sin embargo, estas teorías no se continuaron desarrollando debido a que desde mediados de los años 80's, los modelos Real Business Cycle (RBC) y los modelos neo-keynesianos con rigideces de precios, tomaron un rol central en la explicación de la oferta agregada y la curva de Phillips a partir del trabajo de Calvo (1983). Según esta aplicación matemática, las firmas pueden mantener una regla temporal de ajuste de precios, sin embargo, estos ajustes no siguen un patrón de comportamiento regular o determinístico sino más bien aleatorio. De esta manera, en cada periodo un grupo de firmas tiene la misma posibilidad de cambiar sus precios, sin importar el tiempo que estos se mantuvieron fijos desde la última vez que se ajustaron. Sin importar la cantidad de firmas ni sus diferencias, este método matemático permitió agregar el universo de firmas y determinar la intensidad de la inercia inflacionaria ante choques de oferta, por lo que facilitó la explicación de la dinámica de los precios en el corto plazo.

A pesar que la rigidez de precios permitió dilucidar el porqué de las fluctuaciones económicas, desde comienzos del presente siglo, diversas investigaciones han hecho énfasis en la existencia de rigideces de información asumiendo que los agentes la actualizan de forma progresiva y ocasional en vez de inmediata y constante como señala Calvo. Estos modelos han logrado, en confrontación a los que solo se respaldan en rigideces de precios, dilucidar algunos hechos estilizados sobre la inflación, la actividad económica y su respuesta ante shocks de política de los Bancos Centrales. En esta línea, Mankiw y Reis (2002), originaron una literatura de investigación que profundiza la modelación de la dinámica inflacionaria basándose en rigideces de información. Estos sustentan su teoría en algunos fenómenos macroeconómicos que se observan en los mercados:

- (i) Las acciones de política monetaria requieren de tiempo para profundizar su efecto sobre la actividad económica y la inflación,
- (ii) Existe una significativa correlación temporal en el proceso inflacionario,
- (iii) Las políticas de desinflación tienen efectos contra cíclicos,
- (iv) Las acciones de política monetaria deben lograr su máximo efecto en el ciclo del producto antes de maximizar su efecto sobre la inflación.

A pesar que el efecto de la información asimétrica sobre la curva de Phillips ya fue investigado en los años 70's, la literatura producida a partir de las rigideces de información se diferencia de los trabajos

previos en fundamentalmente dos aspectos. Por un lado, en los modelos con rigideces de información, esta se expande de forma lenta en vez de ser revelada perfectamente luego de algún periodo. Dado que la literatura previa asumía que el único obstáculo a la información era la no disponibilidad de datos, las recientes investigaciones admiten que la información puede estar disponible pero toma tiempo y recursos a los agentes para procesarla e incorporarla en sus acciones. Por otro parte, los trabajos recientes colocan mayor importancia a la heterogeneidad de las expectativas. Esta heterogeneidad surge a partir de la dispersión de información entre los agentes económicos, por lo que es justamente esta interacción entre agentes con diferentes fuentes de información, lo que genera cuestionamientos teóricos acerca de la transmisión y efecto sobre las rigideces en precios.

Pero, ¿en que se distinguen las rigideces de precios con las de información?, ¿son acaso complementarios o es que alguno es un caso especial del otro? Ciertamente, hasta la actualidad la mejor opción a los modelos con rigideces de información han sido precisamente los modelos con rigideces en precios. Pero en el contexto de información imperfecta, el modelo de Calvo podría ser visto como un caso especial de los modelos con rigideces de información, en donde el plan que establecen las firmas para determinar su precio debe ser válido u óptimo por un periodo de tiempo. En tal sentido, al fijar un plan, la firma debe determinar un precio que debe ser óptimo en promedio durante el periodo que implique ese plan. Así, el óptimo elegido durante el ajuste debe ser un promedio ponderado de los precios óptimos para todas las unidades de tiempo en los que la firma debería generarle utilidades este plan de precios.

Esta naturaleza de la dinámica de precios, donde los cambios en expectativas sobre las condiciones futuras afectan los precios el día de hoy, ha sido la fuente de muchos problemas empíricos en los modelos con rigidez de precios, como bien lo señala Mankiw (2001), Mankiw and Reis (2002) y Rudd y Whelan (2007), entre otros. El primer problema que se observa es en la explicación de la tendencia inflacionaria, según lo cual, el promedio ponderado que determina el precio óptimo de ajuste puede ser más alto que el nivel actual del precio, pero al mismo tiempo más bajo que el óptimo en el futuro, por lo que a pesar de disponer de información completa, la oferta agregada de largo plazo no mostraría una pendiente vertical. El segundo problema es que los precios y la inflación pueden incrementarse en respuesta a anuncios de hoy sobre las condiciones económicas en el futuro, una suerte de profecía auto cumplida. Sin embargo, los resultados de la mayoría de desinflaciones en los países de la OECD han demostrado que este tipo de efecto causado por un establecimiento de precios *á la Calvo* por parte de las firmas, no es precisamente la regla.

A pesar de los problemas observados en los modelos con ajustes *á la* Calvo, se han desarrollado alternativamente otros con rigideces de precios que brindan a las firmas la posibilidad de ajustarlos dependiendo de un costo fijo asumido en cualquier instante. A estos modelos se les denomina *state-dependent pricing*, donde el *efecto selección* permite diferenciarlos respecto a los modelos con rigideces de información. En estos modelos las firmas cuyo precio actual se encuentra muy alejado del óptimo pueden optar por el ajuste, así, la transición de precios en estas firmas es más extenso. De esta forma, el *efecto selección* implica que gran parte del movimiento en el nivel agregado de precios sea consistente con las decisiones de las firmas que no han realizado ningún ajuste de sus precios. En contraste, en los modelos de información imperfecta, las firmas desconocen cuál podría ser su precio optimizador. En consecuencia, el *efecto selección* es disminuido y los shocks sobre demanda agregada son más largos y persistentes.

Ante estos avances y la disyuntiva planteada por los nuevos modelos con rigideces de información, la teoría de expectativas racionales y rigideces en precios ha sido debatida en la última década, ofreciendo una amplia gama de investigaciones con resultados mixtos que no permiten concluir definitivamente cuál de ellas caracteriza mejor la curva de Phillips. De acuerdo con esto, Carroll (2003), Mankiw (2004) y Dopke (2008), los modelos con rigideces de información son mejores al explicar la inercia inflacionaria. Asimismo, Branch (2007) logra conectar las rigideces de información y expectativas heterogéneas al presentar evidencia estadística que favorece modelos con información limitada y heterogeneidad de expectativas. Por otro lado, mientras que Nunes (2009) encuentra evidencia a favor de estos modelos, Inue (2009) asegura que la correlación encontrada entre la expectativa de las familias y los expertos determinada por Carroll (2003) sería mayor si se incluyera el gasto en consumo como variable proxy de las expectativas de inflación.

En el Perú, Carrera (2012) exploró como es el flujo de información desde las predicciones de los expertos hacia los directivos de las firmas y encontró que la lentitud o rigidez presente en estos últimos para ajustarse a los cambios en la actividad económica, resulta clave para explicar la curva de Phillips con rigideces de información (SI). Estos resultados heterogéneos demuestran que a pesar que las rigideces de información y precios buscan explicar cómo se caracteriza la curva de oferta agregada teniendo en cuenta la persistencia o inercia inflacionaria, la curva de Phillips Neokeynesiana (NKPC) se centra en la frecuencia con la que las firmas cambian sus precios, mientras que la curva Phillips con rigideces de información (SI) se enfoca en el nivel de “desatención” o *inattentiveness* de las firmas. Bajo el enfoque de este último, el modelo SI implica que el nivel de precios depende de las expectativas formadas en el pasado acerca de los precios actuales, dado que las firmas continúan

estableciendo precios en decisiones pasadas debido al costo de adquirir nueva información que les permita re optimizar.

Sin embargo, *¿Podría fusionarse las rigideces en precios e información en un solo modelo para determinar una curva de Phillips?*.

Más allá de las diferencias y/o problemas observados entre los modelos con rigideces de información y precios para ajustarse a los datos, el hecho básico es que los precios cambian con frecuencia en la economía. Por tal motivo, una alternativa no excluyente sino más bien complementaria entre ambas rigideces, es la que se propone en esta investigación. Para lograr este objetivo, el documento se basa en el modelo de Dapor, Kitamura y Tsuruga (2010), que propone establecer una relación entre la rigidez de precios e información para distintas firmas.³Ellos asumen que en cada periodo, las firmas tiene la probabilidad aleatoria de actualizar su información como en el modelo con solo rigideces de información, mientras que algún evento aleatorio define si la firma cambia o no su precio siguiendo el modelo de Calvo.

En el caso peruano, las rigideces en precios han sido documentadas a través de las Encuestas de Expectativas Macroeconómicas del Banco Central de Reserva (BCRP). En este sentido, Rossini, Vega & Perez (2016) señalan que sectorialmente las empresas manufactureras actualizan sus precios en un periodo aproximado de 8 meses, mientras que las empresas comercializadoras lo hacen cada 7 meses. Tomando como base el modelo de determinación de precios *á la Calvo*, se pudo calcular que la rigidez en precios para Perú es alrededor de 0.87, lo cual señala un alto nivel de inflexibilidad de precios. Como se puede observar en la Tabla 1, si se compara con otros países, este valor resulta ser relativamente menor según algunos estudios hechos para EEUU y la Eurozona.

Tabla 1. Indicadores de Rigidez de Precios

	EEUU	Eurozona	Perú
Rigidez (θ)	0.88	0.91	0.87
Frecuencia de ajuste de precios ($f = 1/(1-\theta)$ meses)	8.3	10.8	7.5

Fuente: Alvarez y otros (2006) y Encuestas de Expectativas Macroeconómicas del Banco Central de Reserva (BCRP)

³ Dapor, Bill, Tomiyuki Kitamura, & Takayuki Tsuruga (2010). "Integrating Sticky Information and Sticky Prices," Review of Economics and Statistics, 92 (3), Pág. 657.

Ante estos hechos, en esta investigación se busca determinar si este resultado se puede observar para los datos en Perú y si permite caracterizar mejor la dinámica inflacionaria, en comparación al modelo que solo utiliza rigideces de información con ajustes *a la* Calvo. Previo a profundizar en este modelo, se mostrará una breve revisión de la literatura que en la última década ha intentado lograr una fusión entre ambas rigideces en un solo modelo, para así determinar en qué direcciones han ido estas y cuales han sido sus resultados principales. A continuación, se realizará una explicación breve acerca de la metodología para realizar el cálculo de la curva de Phillips con doble rigidez y observar si la dinámica de la inflación en el Perú en el periodo 2003:01-2016:12 se ajusta a un modelo donde se endogenicen las rigideces de información y precios de manera conjunta.

Capítulo II. Marco Teórico

Antes de exponer los trabajos que han intentado fusionar las rigideces de precios e información, es preciso diferenciar la naturaleza de la información y definir algunos conceptos que permitan tener un mejor entendimiento del tema. En primera instancia, se debe considerar que en la literatura se reconocen dos tipos de modelos, unos donde se asume información parcial y otros donde la información aparece o es usada de forma rezagada. Si bien ambos asumen que los agentes forman expectativas de manera óptima con información incompleta, estos difieren en la forma como interpretan la naturaleza de esta imperfección. Por un lado, los modelos de información rezagada asumen que hay solo una porción γ de firmas que actualizan su información, mientras que el resto se maneja con información antigua. ⁴Por otro lado, en los modelos con información parcial, se considera que las firmas observan un señal ruidosa con una precisión relativa de τ . Estos dos parámetros que pueden ser perfectamente deducidos a partir de modelos con expectativas racionales, representan un indicador que mide el grado de rigidez de información. ⁵

Una vez explicada las dos naturalezas de la información asumida en los modelos SI, es necesario abordar otros dos conceptos interrelacionados. En la literatura se menciona de manera frecuente el grado de “desatención” o *inattentiveness* que muestra la firma para actualizar sus precios. Esto es debido a tres factores fundamentales. ⁶ Primero, existen costos para obtener todos los pedazos de información que requiere la firma para hacer una optimización de su plan. Segundo, es costoso absorber la información que se dispone y convertirla en estadística que permita orientarse por una senda de precios probables. Tercero, hay un costo asociado al procesamiento de la información para así determinar, en base a este, un precio final a elegir. El primer costo asociado al grado de desatención de la firma puede haber disminuido debido a que en los últimos años se han desarrollado las tecnologías de información y la rapidez con la que esta se transmite, sin embargo, debido al exceso de información heterogénea, la capacidad de absorción y procesamiento puede haberse limitado.

⁴ Mankiw, N. Gregory & Ricardo Reis (2010). “Imperfect Information and Aggregate Supply.” *Handbook of Monetary Economics*. Elsevier, edition 1, volume 3, number 3. Pág. 13.

⁵ Mankiw, N. Gregory & Ricardo Reis (2010). “Imperfect Information and Aggregate Supply.” *Handbook of Monetary Economics*. Elsevier, edition 1, volume 3, number 3. Pág. 14.

⁶ Mankiw, N. Gregory (2001). “The Inexorable and Mysterious Tradeoff Between Inflation and Unemployment,” *Economic Journal*, 111, C49.

Relacionado a lo anterior, al no poder optimizar con información completa debido a los costos que esto supone, las firmas optan por hacerlo con la información que se dispone. A esto se le denomina *rational inattention* y se comprueba al observar el comportamiento de los precios de distintos bienes, donde tres aspectos resaltan claramente.⁷ Primero, los precios cambian con una frecuencia regular cada 4 o 5 meses. Segundo, muchos de estos cambios siguen un patrón predeterminado que podría ser perfectamente modelado por algoritmos matemáticos, sin embargo, el ajuste de precios provocado *específicamente* por la utilización de nueva información, al parecer no ocurre con la misma frecuencia. Tercero, si se grafica el precio de un determinado bien a lo largo del tiempo, se puede observar segmentos horizontales que reflejan intervalos con tiempo limitado donde el precio se mantiene inalterado. Los primeros dos aspectos conjugan muy bien con las predicciones de los modelos con información imperfecta, particularmente con los que asumen rigidez de precios. El tercero, en cambio, interpela este tipo de modelos ya que no hay una razón aparente que explique por qué un plan predeterminado implica que se mantenga exactamente el mismo precio sobre un intervalo de tiempo.

Es precisamente debido al problema que plantea el tercer punto, que han surgido algunas investigaciones que pretenden explicar la prevalencia en los precios usando modelos de información imperfecta, sin embargo, han sido los costos físicos del cambio de precios sumado a la información imperfecta los que lograron explicar mejor la rigidez en precios. En esa línea, Bonomo y Carvalho (2004) tomaron el supuesto de que existe un costo de cambiar los precios, lo cual implica tanto un costo de obtener información y otro para realizar cambios físicos. Como resultado, los autores interpretaron que cuando hay firmas expuestas a la actualización de información, de alguna forma están sujetas a elegir un precio determinado para ese plan, en contraste con otros modelos de información imperfecta. En el estado estacionario, se obtiene un modelo con ajuste *á la Calvo* que implica un bajo flujo de información.

Entre los modelos con información parcial, podemos encontrar trabajos como los de Morris y Shin (2006), Nimark (2008) y Angeletos y La'O (2009), los cuales han logrado fusionar la idea de las rigideces de información con ajustes a la Calvo. En contraste, Nimark (2008) obtiene resultados similares a los Dupor, Kitamura y Tsuruga (2010), mientras que Morris y Shin (2006) y Angeletos y La'O (2009) se enfocaron en la inercia de las expectativas con *mirada hacia adelante* y las creencias de orden superior sobre el comportamiento de los agentes. En el mismo sentido, ha surgido

⁷ Sims, Christopher (2003). "Implications of rational inattention", Journal of Monetary Economics Elsevier, Vol. 50(3), Pág. 670.

una tendencia de investigación que busca fusionar la información imperfecta con los costos de ajustar los precios, lo cual nos brinda características similares a los *state-dependent pricing*

Por un lado, Kontek (2006) propone un modelo con rigideces de información que conjuga adecuadamente con las tendencias observadas en micro data de precios, manteniendo así la mayoría de predicciones que ofrece la curva de oferta agregada. Por otra parte, Gorodnichenko (2008) asume que las firmas revelan parte de su información privada a otras firmas, por lo que explora un modelo *state-dependent* con información parcial que alude externalidades positivas al ajuste de precios. Finalmente, en el caso de Woodford (2009), siguiendo el tipo de modelos con rezago de información, se asume que las firmas pueden pagar un costo fijo por la información en diferentes momentos para realizar una revisión de sus precios, con lo cual obtienen datos acerca de las condiciones económicas necesarias para considerar un ajuste.

Capítulo III. Modelo

Teniendo claro los conceptos relacionados a la rigidez de información y su interacción con el establecimiento de precios, es necesario explicar el modelo que permitirá obtener la curva de Phillips con doble rigidez. En este sentido, Dupor, Kitamura y Tsuruga (2010) desarrollaron un modelo con rigidez en precios e información o *dual-stickiness*, que busca entender la inercia inflacionaria observada ante shocks macroeconómicos. Es importante notar que para esta simulación, se asume que cada firma tiene dos probabilidades de ajuste independientemente distribuidas: una para cambiar sus precios y otra para actualizar su información. Así, entre las firmas que cambian precios, solo algunas los definen en base a información actualizada, mientras que el resto, dada las restricciones de tiempo o costos, solo lo hace con la información antigua.

Precisamente, esta diferencia entre firmas es la que fundamenta microeconómicamente el desarrollo del modelo que se explicará a continuación. Para esto, consideramos una firma que actúa como monopolista productor y vendedor de un bien establecido. Al agregar el mercado, este se conforma por firmas que producen y venden distintos bienes. Para calzar con los supuestos del modelo, las firmas actualizan sus precios e información en pocas ocasiones. Es decir, con probabilidad $1 - \gamma$, cualquier firma cambia su precio en t , de otra manera, su precio actual queda igual que en el periodo anterior. Asimismo, con probabilidad $1 - \theta$, la firma actualiza su set de información para incluir todos las condiciones económicas actuales, de otro forma, la información que utiliza es igual a la del periodo anterior. Un aspecto importante que le brinda flexibilidad al modelo, es que se asume que tanto el cambio en precios como la información son eventos aleatorios que no están correlacionados inter temporalmente.

Dado que el interés recae sobre el comportamiento de la inflación, se definen dos índices de precios nominales.

- p_t equivale al logaritmo del nivel agregado de precios nominales en el periodo t .
- q_t es el índice de precios nominales de solo aquellas firmas que los cambiaron.

Dado que un grupo de firmas $1 - \gamma$ cambia sus precios en cada periodo, se puede derivar la siguiente ecuación,

$$p_t = \gamma p_{t-1} + (1 - \gamma) q_t \quad (1)$$

Al sustraer p_t en ambos lados y reordenando se obtiene,

$$\pi_t = \frac{1-\gamma}{\gamma}(q_t - p_t) \quad (2)$$

Donde π_t es la tasa de inflación. Intuitivamente, la primera ecuación establece una inflación positiva cuando los precios que han cambiado son mayores que el nivel general de precios. También se deduce que la tasa de inflación es proporcional a los nuevos precios relativos $q_t - p_t$. Debido al supuesto de rigideces en precios, la firma con información en el periodo 0 (periodo actual) y la habilidad de cambiar sus precios, elige un precio p^f que optimiza con información completa y está en función al costo marginal nominal mc_t^n en el periodo t ,

$$p_t^f = (1 - \gamma) \sum_{j=0}^{\infty} \gamma^j E_t(mc_{t+j}^n) \quad (3)$$

De esta última ecuación se deduce que las firmas establecen sus precios nominales en base a los costos marginales nominales presentes y futuros. Esta decisión de mirar hacia adelante se entiende puesto que las firmas no cambian sus precios con mucha frecuencia por lo que deben proyectar la senda de costos que esperan enfrentar. La decisión de la firma para establecer un precio en el periodo t con información rezagada o del periodo anterior es similar, excepto que la firma está restringida a condicionar su precio a $E_{t-1}(\cdot)$, en vez de $E_t(\cdot)$. Los nuevos precios elegidos en base a información antigua, están restringidos de la misma forma.

A continuación, al observar q_t , se debe considerar que los nuevos precios establecidos en el periodo t pueden estar basados en sets de información de diferentes periodos anteriores, $t, t-1, t-2, t-3$ y así sucesivamente. Por lo tanto, dada la probabilidad de actualización de información $1 - \theta$, q_t se puede representar de la siguiente manera,

$$q_t = (1 - \theta) \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k E_{t-k}(p_t^f) \quad (4)$$

De esta forma, la formulación de este índice de precios nuevo es idéntico al propuesto por el modelo con rigidez de información de Mankiw y Reis (2002), excepto que cada nuevo ajuste de precios se define mirando hacia adelante (debido a la inclusión del termino " p_t^f "). Más allá, esta ecuación puede ser reescrita como una ecuación diferencial de primer orden dado que $p_t^f = \Delta p_t^f + p_{t-1}^f$,

$$q_t = \theta q_{t-1} + (1 - \theta)p_t^f + \theta(1 - \theta) \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k E_{t-k-1}(\Delta p_t^f) \quad (5)$$

La intuición detrás de esta estructura es que algunas firmas usan continuamente la misma información entre periodos debido a las rigideces de información, por lo tanto, surgen similitudes entre los precios fijados para dos o más periodos, dependiendo del grado esa rigidez. Para entender mejor esto, supóngase que inicialmente se establecen los precios en $q_0 = 0$ y que un shock positivo ocurre en el primer periodo (0). Más adelante, en el periodo $t - 1$, algunas firmas no prestan atención al shock que ha ocurrido, por lo que sufren del problema de *inattentivness*. En consecuencia, en este periodo $t - 1$ hay un grupo de firmas vuelven a fijar su precios en $q_{t-1} = 0$ como ocurrió en el primer periodo. Ya en el periodo t , algunas firmas se mantienen desatentas con la misma probabilidad, por lo que fijan sus precios nuevamente en $q_t = 0$, como en el periodo inicial. Como resultado de esta rigidez respecto al nivel de precios del periodo inicial, la persistencia de q_t surge endógenamente.

Dado que la persistencia de q_t alcanza los niveles de su precio relativo $q_t - p_t$, usando la identidad $p_t = \theta p_{t-1} + \theta \pi_t + (1 - \theta)p_t$, podemos expresar este precio relativo como una ecuación de primer orden,

$$q_t - p_t = \theta(q_{t-1} - p_{t-1}) - \theta \pi_t + (1 - \theta)(p_t^f - p_t) + \theta(1 - \theta) \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k E_{t-k-1}(\Delta p_t^f) \quad (6)$$

Nótese que el precio relativo $q_t - p_t$ es más persistente a medida que aumenta θ . Una vez definido el precio relativo $q_t - p_t$ y el precio que optimiza con información completa p_t^f , podemos reemplazar estas especificaciones en la tasa de inflación π_t inicialmente planteada,

$$\begin{aligned} \pi_t = & \rho^D \pi_{t-1} + \vartheta_1^D (1 - \gamma) \sum_{j=0}^{\infty} \gamma^j E_t(mc_{t+j}^n - p_t) \\ & + \vartheta_2^D (1 - \theta) \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k x(1 - \gamma) \sum_{j=0}^{\infty} \gamma^j E_{t-k-1}(\Delta mc_{t+j} + \pi_{t+j}) \end{aligned} \quad (7)$$

Donde mc_t es el costo marginal dado $mc_t = mc_t^n - p_t$ y los parámetros ρ^D , ϑ_1^D y ϑ_2^D , presentan la siguiente estructura,

$$\rho^D = \frac{\theta \gamma}{(\theta + \gamma - \theta \gamma)} \quad (8)$$

$$\vartheta_1^D = \frac{(1 - \theta)(1 - \gamma)}{(\theta + \gamma - \theta \gamma)} \quad (9)$$

$$\vartheta_2^D = \frac{\theta(1-\gamma)}{(\theta+\gamma-\theta\gamma)} \quad (10)$$

La interpretación de la última ecuación es fundamental puesto que permite explicar la interacción entre las rigideces en información y precios. En cuanto al primer término, se observa que el rezago de la inflación aparece endógenamente. Dado que existe una relación proporcional entre la inflación π_t y el precio relativo $q_t - p_t$ y debido al supuesto de rigideces en información que genera persistencia en la dinámica de este último término, el cambio en precios arrastra esta persistencia y la convierte en inflación. Por lo tanto, la combinación entre rigidez de información y precios genera endógenamente un rezago de inflación en la ecuación. El segundo término se interpreta como el valor presente descontado de los costos marginales nominales esperados deflactados por el actual nivel de precios y representa el comportamiento de ajuste de precios de las firmas optimizadoras o *atentas* a la nueva información. Finalmente, el tercer término contribuye a la inflación presente a través de las expectativas rezagadas sobre el crecimiento de los costos marginales esperados y captura el comportamiento de las firmas *desatentas*.

Capítulo IV. Metodología

La estimación de la inflación con rigideces de información y precios según el modelo presentado, se realizará siguiendo enfoque de dos etapas aplicado en Sbordone (2002), Woodford (2001) y Rudd y Whelan (2005). Como primer paso, se estima un modelo vectorial autorregresivo (VAR) para obtener la predicción de las series del costo marginal y la inflación. Dado el proceso VAR, a continuación se minimiza la varianza de la distancia entre la inflación calculada por el modelo y la real. En este caso, los parámetros estimados son la probabilidad de no cambio de precio γ y la probabilidad que no se actualice información θ . Si se desea estimar un modelo con solo rigideces de información o precios por separado, se puede imponer la restricción de que $\gamma = 0$ o $\theta = 0$ en la ecuación de inflación, respectivamente. Por ejemplo, si se impone la primera restricción, el modelo quedaría como la curva de Phillips con rigideces de información (SI),

$$\pi_t = \frac{1-\theta}{\theta} mc_t + (1-\theta) \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k E_{t-k-1}(\Delta mc_t + \pi_t) \quad (11)$$

Esta generalización nos permite comparar el modelo con doble rigidez y el que presenta solo una de ellas, para así ver cual tiene los parámetros más estadísticamente significativos. A diferencia de los trabajos de Sbordone (2002), Woodford (2001) y Rudd y Whelan (2005), donde se estiman soluciones de forma cerrada para agregar los precios en las ecuaciones de Euler, esta estimación en dos etapas utiliza la forma cerrada de la ecuación de inflación determinada por el modelo de doble rigidez y sus respectivas variantes. Esto se debe a que, por lo general, es imposible derivar una solución no cerrada para la doble rigidez del modelo debido a los infinitos rezagos del término de expectativas. En ese sentido, para empezar se debe especificar el proceso de predicción al introducir X_t en el VAR,

$$X_t = AX_{t-1} + \varepsilon_t \quad (12)$$

El vector X_t debería incluir por lo menos el costo marginal, la inflación y los rezagos de ambos. En general, para un proceso VAR(p), X_t se define como un vector ($2p \times 1$) donde $[x'_t, x'_{t-1}, x'_{t-2}, \dots, x'_{t-p+1}]'$ y x_t es un vector de un set de variables en el periodo t cuyas dos primeros elementos son mc_t y π_t . A continuación, se calculan las series teóricas de la inflación dado este proceso de predicción. A través del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), se puede obtener un estimador consistente de \hat{A} . Tenemos que e_{mc} y e_{π} son los vectores seleccionados con $2p$ elementos. Todos los elementos de estos vectores son 0, excepto el primero en e_{mc} y el segundo en

e_π que son 1. Dada la definición anterior, expresamos el costo marginal real y la inflación como $e_{mc}'X_t$ y $e_\pi'X_t$, respectivamente.

Con fines explicativos, considérese el caso especial donde $\gamma = 0$ (visto anteriormente). Dada la selección de los vectores del proceso VAR, se obtiene la siguiente igualdad,

$$E_{t-k-1}(\Delta mc_t + \pi_t) = (e_{mc}'(A - I) + e_\pi'(A))A^k X_{t-k-1} \quad (13)$$

Entonces, la curva de Phillips con rigidez de información puede ser re expresada de la siguiente manera,

$$\pi_t^m(\varphi, A) = \frac{1-\theta}{\theta} e_{mc}'X_t + (1-\theta)(e_{mc}'(A - I) + e_\pi'(A)) \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k A^k X_{t-k-1} \quad (14)$$

Donde $\pi_t^m(\varphi, A)$ recoge la inflación predicha por el modelo y φ es el vector de parámetros desconocidos. En este caso particular $\varphi = \theta$. Al introducir un arbitrario y alejado valor K de truncamiento, la ecuación previa se puede aproximar a,

$$\pi_t^m(\varphi, A) = \frac{1-\theta}{\theta} e_{mc}'X_t + (1-\theta)(e_{mc}'(A - I) + e_\pi'(A)) \sum_{k=0}^{K-1} \theta^k A^k X_{t-k-1} \quad (15)$$

Cuando el modelo se ajusta correctamente a los datos, $\pi_t^m(\varphi, A)$ se encuentra cercano a la inflación real. A continuación, usando un estimado consistente de \hat{A} , elegimos el parámetro φ a partir de la siguiente minimización,

$$\hat{\varphi} = \underset{\varphi}{\text{Argmin}} \text{var}(\pi_t - \pi_t^m(\varphi, A)) \quad (16)$$

Realizando el mismo procedimiento, en el caso de la curva de Phillips doble rigidez, la expresión quedaría así,

$$\pi_t^m(\varphi, A) = \rho^D \pi_{t-1} + \vartheta_1^D b'X_t + \vartheta_2^D c' \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k A^k X_{t-k-1}^8 \quad (17)$$

⁸ Ver Anexo 2.

Donde $b' = [(1 - \gamma)e'_{mc} + \gamma e'_\pi][I - \gamma A]^{-1}$ y $c' = (1 - \gamma)(1 - \theta)[(A - I)e'_{mc} + e'_\pi A][I - \gamma A]^{-1}$. El vector de parámetros en este caso es $\varphi = [\gamma, \theta]$.

Para hacer inferencia estadística, se usa el método de *bootstrap*, dado lo complicado que sería el procesamiento de la ecuación anterior por el método de errores estándar asintóticamente corregidos. Para realizar el *bootstrap*, se generan 9,999 series de $X_{i,t}^*$ desde la distribución empírica de $\hat{\varepsilon}_t$ y el coeficiente \hat{A} de la ecuación VAR. Usando el $X_{i,t}^*$ re muestreado, se estiman los parámetros estructurales de φ_i al minimizar la varianza de $\pi_{i,t}^* - \pi_{i,t}^{*m}(\varphi_i, \hat{A})$ para $i = 1, 2, \dots, 9999$, donde $\pi_{i,t}^*$ es la inflación que proviene del VAR no restringido re muestreado y $\pi_{i,t}^{*m}(\varphi_i, \hat{A})$ es la inflación re muestreada predicha por el modelo. Se computan los intervalos de confianza de $\hat{\varphi}$ de la distribución obtenida a partir del *bootstrap* de $\hat{\varphi}_i$.

Capítulo V. Resultados

Para la estimación del modelo, se usa data mensual de Perú en el rango comprendido entre M1:2003 y M12:2016. En el caso de la inflación, esta equivale a la diferencia logarítmica del Índice de Precios al Consumidor (IPC).⁹ Para determinar el costo marginal, se utiliza el filtro de Hodrick-Prescott para obtener la tendencia del PBI y a continuación se determina la brecha del producto a partir del componente cíclico de esta variable. Como se mencionó anteriormente, el uso de la brecha del producto como proxy del costo marginal que los agentes enfrentan al momento de determinar sus precios ha sido ampliamente usado para realizar estimaciones de la Curva de Phillips. En el caso particular de este modelo, la aplicabilidad de ambas variables resulta conveniente ya que el aporte del mismo recae sobre la explicación micro fundamentada de las rigideces en precios e información.

En la estimación, el poder predictivo del VAR es importante para determinar los efectos de las expectativas de la inflación sobre la inflación actual. Para EEUU, Rudd y Whelan (2005) encontraron que la brecha del producto tiene un gran poder predictivo para observar el comportamiento de la participación laboral en el producto, por lo que su inclusión en el VAR tendría un efecto innegable tanto en el desempeño empírico de la Curva de Phillips con rigideces de información (SI) y la que incluye también rigideces en precios (DUAL). En el anexo 1, se observa que la estimación de un VAR (2) con dos rezagos, resulta ser el modelo con mejor poder predictivo según el criterio BIC de información. Adicionalmente, se utiliza un valor de truncamiento de $K=12$.

Como se ve a continuación, el principal resultado de la presente investigación es que ambos tipos de rigidez, es decir, de información y precios se pueden observar en la economía peruana. Adicionalmente, se aprecia que el modelo que presenta solo rigideces en información según lo propuesto por Mankiw & Reis (2002), no explica tan bien la inflación como si lo hace el de doble rigidez (DUAL). La Tabla 1 reporta los estimados del modelo DUAL en su forma reducida. En la parte superior de la tabla, se reescribe la estructura de los parámetros del modelo en su forma reducida, donde se puede apreciar que estos están en función a los parámetros de rigidez en precios γ y rigidez en información θ .

⁹ Datos al 2016. Fuente: Banco Central de Reserva del Perú.

Tabla 2. Parámetros VAR - Forma Reducida¹⁰

<i>Parámetros</i>	$\rho^D = \frac{\theta\gamma}{(\theta + \gamma - \theta\gamma)}$	$\vartheta_1^D = \frac{(1 - \theta)(1 - \gamma)}{(\theta + \gamma - \theta\gamma)}$	$\vartheta_2^D = \frac{\theta(1 - \gamma)}{(\theta + \gamma - \theta\gamma)}$
Modelo	0.785	0.103	0.072
Dual	[0.702, 0.842]	[0.089, 0.128]	[0.055, 0.091]

Elaboración Propia. Estimación entre M1:2003 – M12:2016. “Dual” se refiere al modelo con doble rigidez, en precios e información. El modelo VAR de la etapa I se calculo con 2 rezagos y se incluyo la inflación (π_t) y la brecha del producto como proxy del costo marginal (mc_t) a partir de la aplicación del filtro HP al PBI Nominal. Los intervalos de confianza al del bootstrap al 95% están entre corchetes.

Es importante notar que, si bien los parámetros deben ser significativos para el modelo DUAL, es aún más gravitante que el tercer parámetro ϑ_2^D demuestre que las expectativas rezagadas de la inflación están correlacionadas con la inflación actual, ya que esto demostraría que las firmas “inatentas” están presentes en la economía peruana y que existen rigideces en información. Según la estimación realizada, en la Tabla 1 se puede ver que el parámetro ϑ_2^D es estadísticamente significativo y diferente de 0 con un valor aproximado de 0.072, con intervalo de 0.055 hasta 0.091 al 95% de confianza. Si bien la significancia estadística de este parámetro no es tan alta, se puede ver en la misma tabla que el parámetro de la inflación rezagada ρ^D es altamente importante para explicar la inflación peruana, registrando un valor de 0.785. Por otra parte, al igual que el parámetro ϑ_1^D tiene un valor de 0.103 con intervalos de confianza entre 0.089 y 0.128 al 95%.

El hecho de que todos los parámetros del modelo DUAL en su forma reducida sean importantes para explicar la inflación peruana, nos indica que la hipótesis acerca de la existencia de rigideces en información y precios está presente y por lo tanto debe ser considerada al explicar la dinámica inflacionaria. Esto es consistente con los resultados obtenidos anteriormente por Carrera (2012), quien demuestra que a partir del modelo epidemiológico de expectativas de Carroll (2003), la aplicación empírica del modelo de Mankiw & Reis (2002), se encuentra que existe un grado elevado de rigidez de información en las firmas a través de encuestas realizadas a ejecutivos y expertos, ya

¹⁰ Ver Anexo 1.

que estos suelen no actualizar sus expectativas contantemente, ocasionando que exista una rigidez en precios que a la postre genera inercia inflacionaria ante shocks macroeconómicos.

A continuación se obtienen los parámetros estructurales tanto del modelo DUAL como el modelo SI. Adicionalmente, se calcula la varianza de la distancia entre la inflación proyectada por ambos modelos y la inflación observada para Perú. Como complemento importante, se reportan los criterios de información Akaike, Schwarz y Hannan Quinn, los cuales nos indicarán acerca de la bondad de ajuste del modelo.

Tabla 3. Parámetros Estructurales - Modelo Ajustado

<i>Modelo</i>	γ	θ	\bar{R}^2	$Var(\pi_t - \pi_t^m(\theta, A))$	Criterios de información		
					<i>Akaike</i>	<i>Schwarz</i>	<i>Hannan Quinn</i>
Dual	0.763	0.603	0.728	1.512	2.127	2.221	2.165
	[0.711, 0.805]	[0.593, 0.621]					
SI	0	0.646	0.312	1.688	3.052	3.127	3.083
	-	[0.626, 0.664]					

Elaboración Propia. Estimación entre M1:2003 – M12:2016. “Dual” se refiere al modelo con doble rigidez, en precios e información. “SI” se refiere al modelo con solo rigidez de información o Sticky Information. Los parámetros estimados son la probabilidad de no cambio de precio γ y la probabilidad que no se actualice información θ . Los intervalos de confianza al del bootstrap al 95% están entre corchetes.

En línea con los resultados de la Tabla 1, la tercera fila de la Tabla 2 muestra que la rigidez en información está presente según el modelo con rigideces en información. En ese sentido, el intervalo de confianza al 95% nos dice que entre el 33% y 37% de firmas actualizan su información para actualizar sus precios. Estos nos indican que existe alrededor de 65% de firmas que no actualizan su información o se encuentran en el grupo de firmas “inatentas”, lo cual genera resultados una inercia de precios establecidos sub-óptimamente, según la predicción del modelo. Si bien este resultado nos brinda una aproximación acerca de las rigideces en información para Perú, el objetivo de la presente investigación es determinar si adicionalmente se puede determinar rigideces en precios, lo cual nos lleva a la siguiente pregunta.

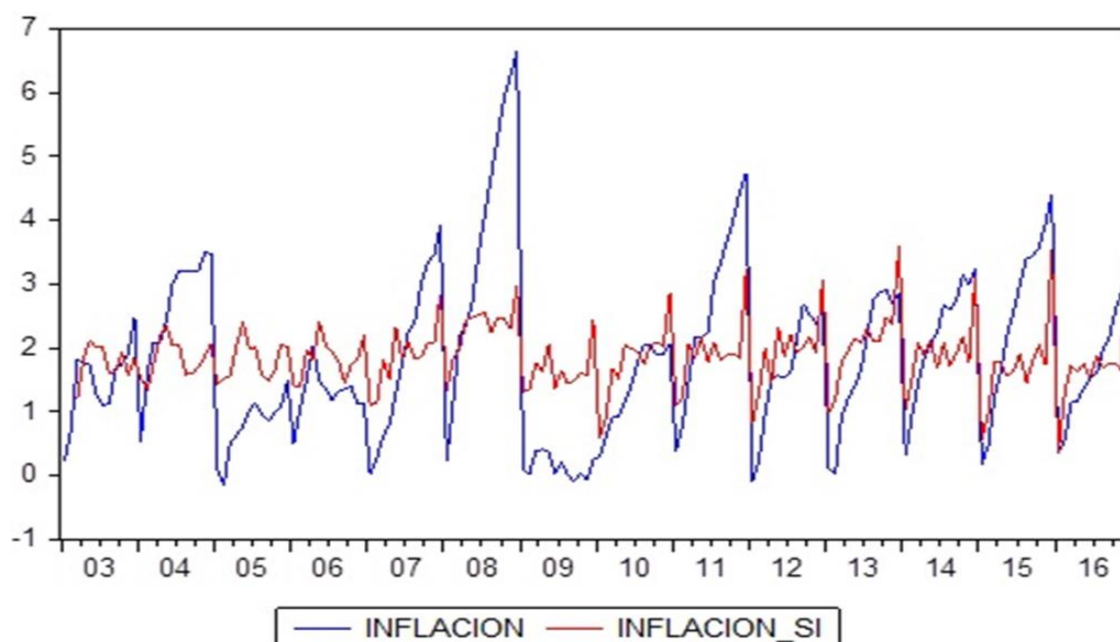
¿Están presentes ambas rigideces? En la segunda fila de la Tabla 2 se puede observar que las probabilidades de ambas rigideces (γ y θ), están presentes en el modelo DUAL. Por lo tanto, ambas rigideces sirven para explicar la inflación Peruana. Con intervalos de confianza al 95% para γ y θ , según la estimación de este modelo, un rango entre 19% y 28% de firmas cambian precios, mientras que entre 38% y 41% de firmas utilizan información actualizada para establecer sus precios. Si se evalúan los valores de cada parámetro, un 24% de las firmas cambian o actualizan precios rígidos, mientras que el 40% utilizan información nueva para determinar sus precios. Esto implica que de todas las firmas, solo un 9.6% de ellas actualizan sus precios con información completa. Este último resultado es sumamente relevante ya que nos brinda un indicador acerca de cómo se comporta el mercado al momento de tomar decisiones respecto a sus precios. Recapitulando, esto quiere decir que según el modelo 1 de cada 10 empresas utiliza expectativas recientes acerca de la situación económica del país para establecer sus precios, lo cual implica que una gran parte de las firmas (91%) generen una inercia inflacionaria al utilizar información desactualizada para establecer sus planes óptimos.

Esta inercia inflacionaria ha sido ampliamente documentada por previas investigaciones que toman la Curva de Phillips para el caso peruano como base para la explicación de la dinámica inflacionaria. Según Armas, Vallejos & Vega (2011), las expectativas de los agentes, presentan cierta heterogeneidad según el sector al que pertenecen. En ese sentido, las firmas en el sistema financiero, que por cierto no son las que establecen precios, actualizan sus expectativas constantemente y son más sensibles a la meta explícita de inflación que fija el Banco Central de Reserva del Perú. Por otra parte, las firmas no financieras que si establecen precios, son las que presentan más dispersión al momento de establecer sus expectativas de inflación en el corto plazo, es decir 2 años.

Pero, *¿qué modelo explicaría mejor la dinámica inflacionaria en el Perú?* Para responder esto, es preciso observar la varianza de la distancia entre la inflación real y la proyectada por ambos modelos. En el caso del modelo DUAL, la varianza es de 1.52, mientras que para el modelo SI, esta resulta 1.68. Esta diferencia es determinante para aseverar que el modelo DUAL, es decir aquel que logra endogenizar microeconómicamente la rigidez en precios e información, es mejor que el modelo SI, ya que su inflación estimada desde el año 2003 hasta el 2016 se ajusta mejor a la inflación observada. Este resultado señala que si se asume flexibilidad plena de precios, como en el modelo SI, la proyección de la inflación no logra ser satisfactoria ya que omite el hecho de que los agentes presentan también un grado de rigidez en precios producto de esta poco frecuente actualización de expectativas.

Adicionalmente, los criterios de información también respaldan el modelo DUAL en la medida que sus indicadores son menores al del modelo SI, por lo que tiene mejor bondad de ajuste. Si bien el \bar{R}^2 no representa un indicador sobre la efectividad de predicción del modelo, es importante resaltar que este refleja un valor más elevado en el caso del modelo DUAL en comparación al SI. Esto nos indica que de manera conjunta, el modelo que aglomera tanto la inflación rezagada como las expectativas presentes y pasadas de los costos marginales futuros, resulta siendo mejor que aquella que solo basa su poder explicativo en la rigidez en información. Para el caso de EEUU, como lo demuestran Dupor, Kitamura & Tsuruga (2010), estos resultados demuestran que existe menor rigidez en información y precios que en el Perú. Esto se puede explicar debido al menor acceso a información que no permite actualizar no solo las expectativas, sino también los precios en el mercado peruano. Esto, sumado a la heterogeneidad en información, provoca que los agentes prefieran actualizar sus precios en base a expectativas pasadas, incurriendo así en el problema de las firmas “inatentas”.

Gráfico 1. Inflación Real vs Inflación Proyectada (SI)

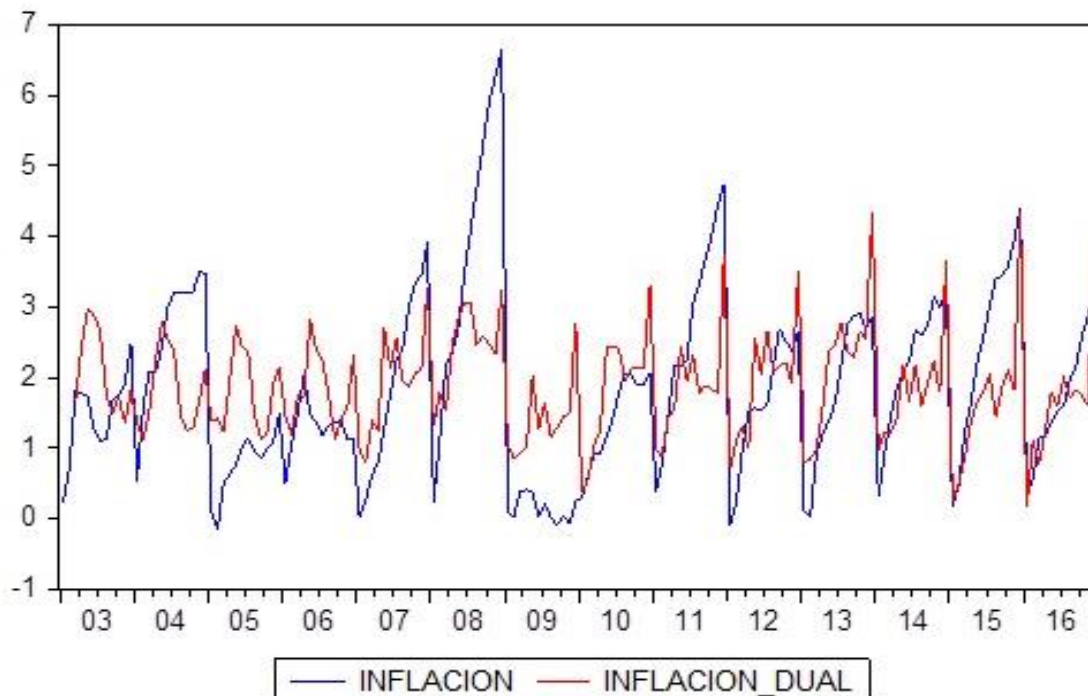


Elaboración Propia. Estimación entre M1:2003 – M12:2016.

Al divisar el gráfico 1, se ve que la inflación proyectada por el modelo SI muestra un comportamiento similar a la inflación real, sin embargo, esta última muestra mayor variabilidad. Es importante notar que esta inflación incluye todos los insumos de la canasta básica, incluyendo energía y alimentos, por lo que presenta una variabilidad alta que depende de diversos factores estacionales. Entre el año 2003-

2009, se observa que la inflación proyectada por el modelo es muy distinta a la observada, posterior a eso, se ajusta mejor hasta el año 2016.

Gráfico 2. Inflación Real vs Inflación Proyectada (DUAL)



Elaboración Propia. Estimación entre M1:2003 – M12:2016.

En el gráfico 2, se observa como el modelo DUAL presenta un mejor ajuste a la inflación entre el 2010 y el 2016. A diferencia del gráfico anterior, se aprecia que la inflación proyectada por el modelo DUAL tiene menor variabilidad, hecho que se confirma al recapitular los resultados de la varianza entre la distancia de la inflación real vs la proyectada del modelo DUAL y el SI, donde el primero muestra un menor valor. Esto es sumamente importante dado que permite determinar que el modelo DUAL, es más fiable que el SI para estimar la inflación.

Una vez definida la conveniencia del modelo DUAL para explicar la dinámica inflacionaria en el Perú, se realiza una prueba de robustez para determinar si los parámetros demuestran consistencia entre sub muestras. Para este fin, se subdivide la muestra comprendida entre M1:2003-M12:2016 de tal manera que en primer instancia se calcule el modelo entre M1:2003-M12:2009 y en un segundo momento, se realice el mismo procedimiento pero para el intervalo M1:2010-M12:2016. La división de la muestra es relevante ya que según Armas, Vallejos & Vega (2011), desde la fecha de corte, es decir, los últimos meses del año 2009, las expectativas de inflación de los agentes empezaron a

mostrar una variabilidad inusitada debido a los acontecimientos de la crisis sub-prime en los EEUU, que a través del canal de tipo de cambio y tasas de interés, generaron incertidumbre en el mercado internacional de divisas y la producción mundial de materias primas. Es justamente el shock en los precios de estos últimos los que afectaron más al Perú debido a su condición de país primario exportador.

A continuación, la Tabla 3 muestra los resultados obtenidos cuando la muestra se subdivide y se obtienen parámetros distintos que expliquen la rigidez de precios e información en la economía peruana.

Tabla 4. Modelos con Doble Rigidez en sub-muestras

<i>Parámetros</i>	γ	φ	ρ^D	ϑ_1^D	ϑ_2^D
M1:2003 - M12:2009	0.745	0.451	0.103	0.093	0.077
	[0.721, 0.763]	[0.401, 0.501]	[0.093, 0.112]	[0.079, 0.087]	[0.051, 0.063]
M1:2010 - M12:2016	0.713	0.532	0.096	0.052	0.050
	[0.793, 0.801]	[0.793, 0.801]	[0.089, 0.105]	[0.048, 0.054]	[0.049, 0.051]

Elaboración Propia. Tanto para la sub muestra M1:2003 – M12:2009 como la M1:2010 – M12:2016, se calculó un VAR (2) y se incluyó la inflación (π_t) y la brecha del producto como proxy del costo marginal (mc_t) a partir de la aplicación del filtro HP al PBI Nominal. Los intervalos de confianza al del bootstrap al 95% están entre corchetes.

Al observar la primera fila de la Tabla 3, se puede detectar que los parámetros e del modelo DUAL en su forma reducida se mantienen estadísticamente significativos en la primera sub muestra. Asimismo, en el periodo entre el 2010-2016, se aprecia que los parámetros estructurales siguen siendo significativos, sin embargo, reducen su poder de predicción. Una probable explicación a esto es que, como se mencionó anteriormente, la variabilidad en expectativas debido a la crisis internacional acerca de los shocks macroeconómicos, haya hecho que los agentes no puedan proyectar adecuadamente sus costos marginales relevantes y por consiguiente se les haya dificultado el establecimiento de planes óptimos de precios. Como resultado, esto puede haber debilitado el poder predictivo de las expectativas construidas por el modelo, sin que dejen de ser estadísticamente significativas.

A continuación, al examinar los parámetros estructurales se detecta que hubo un comportamiento disímil en el cambio de los estadísticos. En el caso de la rigidez en precios, entre el 2003-2009, un 26% de firmas actualizaban sus precios mensualmente, mientras que en el siguiente periodo de la sub muestra, este porcentaje aumentó a 29%. Una explicación a esto se debe al hecho de los precios de algunas commodities como el petróleo, han tenido un comportamiento irregular que ha ocasionado una fluctuación en los costos de transporte y producción a nivel internacional, por ende los costos internos de la producción nacional. Por tal motivo, más firmas podrían haber estado propensas a actualizar sus precios de manera constante tal que puedan prevenir probables pérdidas o generen ganancias de esta coyuntura económicamente inestable.

En el caso de la rigidez de información, también se detecta un cambio en el parámetro estructural que lo caracteriza. Se observa que entre el 2003-2009, aproximadamente el 55% de firmas actualizaban su expectativas acerca de los costos marginales que hipotéticamente enfrentarían, sin embargo, entre el 2010-2016 este porcentaje de firmas se redujo a 47%. De forma similar al caso anterior, dado que las expectativas dependen de un flujo de información constante y fiable, debido a la inestabilidad económica que implicaba la ruptura de la Eurozona con la caída de Grecia desde el año 2010 y un probable efecto sistémico que afecte a países en vías de desarrollo como el Perú, las firmas pueden haber enfrentado un periodo de incertidumbre donde la heterogeneidad de opiniones tanto de expertos como las de sus propios funcionarios haya impedido que se actualicen sus expectativas y por lo tanto se traduzca en mayor rigidez de información.

Conclusiones y recomendaciones

1. Conclusiones:

En la presente investigación, se estimó la Curva de Phillips considerando una variante importante: la integración de rigideces de información y precios en el mismo modelo. De acuerdo a los datos para Perú, las estimaciones lograron demostrar que ambas rigideces se encuentran presentes y tienen la capacidad de determinar la cantidad de firmas que no actualizan información ni precios en el corto plazo, lo cual permite extrapolar la inercia inflacionaria en el mediano plazo. En el caso del modelo con doble rigidez (DUAL), un 24% de las firmas cambian o actualizan precios rígidos, mientras que el 40% utilizan información nueva para determinar sus precios. En contraste, según el modelo con solo rigideces en información (SI), existe alrededor de 65% de firmas que no actualizan su información o se encuentran en el grupo de firmas “inatentas”, lo cual resulta en una inercia de precios establecidos sub-óptimamente, según la predicción del modelo.

Cabe resaltar que tanto en el modelo con doble rigidez y en el que solo presenta rigideces en información, el componente de inflación rezagada explica en buena medida la inflación actual, por lo que resulta ser importante para la validación empírica de ambos. En ese sentido, en el modelo DUAL el parámetro de la inflación rezagada ρ^D es altamente importante para explicar la inflación peruana, registrando un valor de 0.785. Asimismo, dada la importancia que tiene el tercer término de la ecuación de Phillips con doble rigidez al caracterizar las firmas “desatentas”, se observa que el parámetro ϑ_2^D es estadísticamente significativo con un valor aproximado de 0.072. No menos importante ϑ_1^D , el parámetro del modelo en su forma reducida que permite identificar las firmas “atentas” o aquellas que actualizan sus precios en base a expectativas actualizadas, también demuestra ser significativo, por lo que el modelo valida la hipótesis acerca de la doble rigidez.

2. Recomendaciones:

Estos resultados muestran que, si bien la literatura de investigación para el Perú se ha inclinado a respaldar su micro fundamento sobre rigideces en precios para explicar la inercia inflacionaria, también es relevante hacer la distinción acerca del efecto de la actualización o no de las expectativas formadas con información “novedosa” como lo propusieron Mankiw & Reis (2002). Ciertamente, esta aproximación presenta debilidades que pueden ser mejoradas en pos de alcanzar una visión más amplia acerca de los efectos de la política monetaria sobre la inflación. En ese sentido, queda

pendiente la aplicación de estos resultados en el marco de un modelo de equilibrio general, lo cual permitiría eventualmente modelar una serie de rigideces reales que pueden considerarse como fuentes de inercia inflacionaria. Entre ellas, se pueden considerar las rigideces de salarios que afectan a la relación establecida por la Curva de Phillips en el corto plazo o el efecto del tipo de cambio, cuya variación se puede ver afectada por inflexibilidad surgida del establecimiento de contratos de mediano plazo a precios fijos, lo cual puede condicionar la formación de precios en el futuro.

Bibliografía

Alvaréz, Luis, Dhyne, Emanuel, Hoeftichs, Marco, Kwapil, Claudia, Hervé, Bihan, Lunneman, Martins, Fernando, Sabbatini, Roberto, Sthal, Harald, Vermeulen, Philip & Vilmunen, Jouko (2005). "Sticky princes in the euro área: a summery of new micro evidence," *Working Papers 0542*. Banco de España.

Angeletos, George-Marios & Jennifer La'O (2009). "Incomplete Information, Higher-Order Beliefs, and Price Inertia," *Journal of Monetary Economics*, 56 (S1), Pág. 19-37.

Armas, Adrián & Vallejos, Lucy (2011), "Indicadores Tendenciales de inflación y su relevancia como variables indicativas de política monetaria," *Revista de Estudios Económicos*. Banco Central de Reserva del Perú. Vol. 20, Pág. 27-56.

Ball, Laurence (1994). "Credible Disinflation with Staggered Price-Setting," *American Economic Review*, American Economic Association, vol. 84(1), Pág. 282-289.

Barro, Robert J. (1977). "Unanticipated Money Growth and Unemployment in the United States," *American Economic Review*, 67 (2), Pág. 101-115.

Branch, William A., John Carlson, George Evans, & Bruce McGough (2009). "Monetary Policy, Endogenous Inattention, and the Volatility Trade-Off," *Economic Journal*, 119, Pág. 123-157.

Bonomo, Marco & Carlos Carvalho (2004). "Endogenous Time-Dependent Rules and Inflation Inertia." *Journal of Money, Credit and Banking*, 36 (6), Pág. 1015-1041.

Calvo, Guillermo (1983). "Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework," *Journal of Monetary Economics*, 12, Pág. 383-398.

Carrera, Cesar (2012). "Estimating Information Rigidity Using Firms' Survey Data," *The B.E. Journal of Macroeconomics*, De Gruyter, Vol. 12 (1), Pág. 1-34.

Carroll, Christopher D. (2003). "Macroeconomic Expectations of Households and Professional Forecasters," *Quarterly Journal of Economics*, 118 (1), Pág. 269-298.

Döpke, Jörg, Jonas Dovern, Ulrich Fritsche & Jirka Slacaleck (2008). "Sticky Information Phillips Curves: European Evidence," *Journal of Money, Credit, and Banking*, 40 (7), Pág. 1513-1520.

Dupor, Bill, Tomiyuki Kitamura, & Takayuki Tsuruga (2010). "Integrating Sticky Information and Sticky Prices," *Review of Economics and Statistics*, 92 (3), Pág. 657-669.

Friedman, Milton (1968). "The Role of Monetary Policy," *American Economic Review*, 58 (1), Pág. 1-17.

Gali, Jordi & Gertler, Mark (1999). "Inflation dynamics: A structural econometric analysis," *Journal of Monetary Economics*, Elsevier, vol. 44(2), Pág. 195-222.

Gorodnichenko, Yuriy (2008). "Endogenous Information, Menu Costs and Inflation Persistence," *NBER Working Paper 14184*.

Knotek II, Edward S. (2006) "A Tale of Two Rigidities: Sticky Prices in a Sticky-Information Environment," *FRB Kansas City Working Paper*. Pág. 06-15.

Lucas, Robert E. Jr. (1972). "Expectations and the Neutrality of Money." *Journal of Economic Theory*, 4 (2), Pág. 103-124.

Mankiw, N. Gregory (2001). "The Inexorable and Mysterious Tradeoff Between Inflation and Unemployment," *Economic Journal*, 111, Pág. 45-61.

Mankiw, N. Gregory & Ricardo Reis (2002). "Sticky Information versus Sticky Prices: A Proposal to Replace the New Keynesian Phillips Curve." *Quarterly Journal of Economics*, 117 (4), Pág. 1295-1328.

Mankiw, N. Gregory & Ricardo Reis (2010). "Imperfect Information and Aggregate Supply." *Handbook of Monetary Economics*. Elsevier, Edición 1, Vol. 3, N° 3.

Morris, Stephen, & Hyun Song Shin (2006). "Inertia of Forward-Looking Expectations." *American Economic Review*, 96 (2), Pág. 152-157.

Nimark, Kristoffer (2008). "Dynamic Pricing and Imperfect Common Knowledge." *Journal of Monetary Economics*, 55 (2), Pág. 365-382.

Nunes, Ricardo (2009). "On the Epidemiological Microfoundations of Sticky Information," *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Department of Economics, University of Oxford, vol. 71(5), Pág. 643-657.

Phelps, Edmund S. (1968). "Money-Wage Dynamics and Labor Market Equilibrium." *Journal of Political Economy*, 76 (4), Pág. 678-711.

Phillips, Alban W. (1958). "The Relation Between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the United Kingdom, 1861-1957," *Economica*, 25 (100). Pág. 283-299.

Rudd, Jeremy & Whelan, Karl (2005). "Does Labor's Share Drive Inflation?," *Journal of Money, Credit and Banking*, Blackwell Publishing, Vol. 37(2), Pág. 297-312.

Rudd, Jeremy & Karl Whelan (2007). "Modeling Inflation Dynamics: A Critical Review of Recent Research," *Journal of Money, Credit and Banking*, 39 (1), Pág. 155-170.

Rossini, Renzo, Vega, Marco, Quispe, Zenon & Pérez, Fernando (2016). "Expectativas de inflación y dolarización en el Perú," *Revista de Estudios Económicos*. Banco Central de Reserva del Perú (BCRP). Vol. 31, Pág. 71-84.

Samuelson, Paul & Robert Solow (1960). "Analytical Aspects of Anti-Inflation Policy," *American Economic Review*, 50 (2), Pág. 177-194.

Sbordone, Argia M., (2002). "Prices and unit labor costs: a new test of price stickiness," *Journal of Monetary Economics*, Elsevier, Vol. 49(2), Pág. 265-292.

Sims, Christopher (2003). "Implications of rational inattention," *Journal of Monetary Economics* Elsevier, Vol. 50(3), Pág. 665-690.

Townsend, Robert (1983). "Forecasting the Forecasts of Others," *Journal of Political Economy*, 91 (4), Pág. 546-588.

Woodford, Michael (2001). "The Taylor Rule and Optimal Monetary Policy," *American Economic Review*, American Economic Association, vol. 91(2), Pág. 232-237.

Woodford, Michael (2009). "Information-Constrained State-Dependent Pricing," *Journal of Monetary Economics*, 56 (S1), Pág. 100-124.

Anexos

Anexo 1. Estimación de los coeficientes VAR en la primera etapa

Vector Autoregression Estimates

Date: 05/01/17 Time: 12:06

Sample (adjusted): 2003M01 2016M12

Included observations: 160 after adjustments

Standard errors in () & t-statistics in []

	INF12	YT
INF12(-1)	1.193391 (0.07465) [15.9855]	0.008167 (0.05183) [4.46413]
INF12(-2)	-0.294409 (0.07223) [-4.07603]	-0.008284 (0.06177) [-4.68036]
YT(-1)	0.886636 (2.93242) [0.30236]	0.381725 (0.07186) [5.31210]
YT(-2)	10.14826 (2.98184) [3.40335]	0.337071 (0.07307) [4.61294]
C	0.302786 (0.07510) [4.03197]	0.000236 (0.07184) [0.12838]
R-squared	0.934068	0.863565
Adj. R-squared	0.932366	0.852302
Akaike AIC	0.862332	-6.555406
Schwarz SC	0.958431	-6.459307

Anexo 2. Derivación de la Curva de Philips Modelo DUAL

Dado el proceso VAR y la ecuación agregada de Euler, se puede derivar la función a estimar de la Curva de Phillips:

Se distingue el segundo término de la siguiente ecuación,

$$\begin{aligned}\pi_t &= \rho^D \pi_{t-1} + \vartheta_1^D (1 - \gamma) \sum_{j=0}^{\infty} \gamma^j E_t (mc_{t+j}^n - p_t) \\ &+ \vartheta_2^D (1 - \theta) \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k x (1 - \gamma) \sum_{j=0}^{\infty} \gamma^j E_{t-k-1} (\Delta mc_{t+j} + \pi_{t+j})\end{aligned}$$

Nótese que,

$$mc_{t+j}^n - p_t = \begin{cases} mc_t & \text{para } j = 0 \\ mc_{t+j} + \pi_{t+1} \dots + \pi_{t+j} & \text{para } j \geq 1. \end{cases}$$

Por definición, los vectores selección e_{mc} y e_{π} se pueden representar de la siguiente manera,

$$\begin{aligned}& (1 - \gamma) \sum_{j=0}^{\infty} \gamma^j E_t (mc_{t+j}^n - p_t) \\ &= (1 - \gamma) \sum_{j=0}^{\infty} \gamma^j E_t (e_{mc}' X_{t+j}) + (1 - \gamma) \sum_{j=1}^{\infty} \gamma^j E_t e_{\pi}' (X_{t+1} + X_{t+2} + \dots + X_{t+j}) \\ &= (1 - \gamma) \sum_{j=0}^{\infty} \gamma^j e_{mc}' A^j X_t + (1 - \gamma) \sum_{j=1}^{\infty} \gamma^j e_{\pi}' (A + A^2 + \dots + A^j) X_t\end{aligned}$$

El primer término de la ecuación equivale a $(1 - \gamma) e_{mc}' [I + \gamma A]^{-1} X_t$. De esta forma, el segundo término de la ecuación puede ser escrito de la siguiente forma,

$$(1 - \gamma) \sum_{j=1}^{\infty} \gamma^j e_{\pi}' (A + A^2 + \dots + A^j) X_t$$

$$\begin{aligned}
&= (1 - \gamma) \gamma e_{\pi}' A \sum_{j=1}^{\infty} \gamma^j (I + A + A^2 + \dots + A^j) X_t \\
&= (1 - \gamma) \gamma e_{\pi}' A [((1 + \gamma + \gamma^2 + \dots) I + (1 + \gamma + \gamma^2 + \dots) \gamma A + (1 + \gamma + \gamma^2 + \dots) \gamma^2 A^2 + \dots)] X_t \\
&= \gamma e_{\pi}' A [I + \gamma A]^{-1} X_t
\end{aligned}$$

Por tanto, el segundo término de la ecuación con rigideces de información y precios puede ser factorizada con un vector b tal que,

$$\vartheta_1^D b' X_t = \vartheta_1^D (1 - \gamma) \sum_{j=0}^{\infty} \gamma^j E_t (mc_{t+j}^n - p_t)$$

Donde $b' = [(1 - \gamma) e_{mc}' + \gamma e_{\pi}'] [I - \gamma A]^{-1}$.

A continuación, derivamos el tercer término de la ecuación para obtener su equivalente de estimación según el proceso VAR,

$$\vartheta_2^D \delta \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k \sum_{j=0}^{\infty} \gamma^j E_{t-k-1} (\Delta mc_{t+j} + \pi_{t+j})$$

Donde $\delta = (1 - \gamma)(1 - \theta)$, para todo $k \geq 0$.

$$\begin{aligned}
E_{t-k-1} (\Delta mc_{t+j} + \pi_{t+j}) &= E_{t-k-1} (mc_{t+j} + mc_{t+j-1} + \pi_{t+j}) \\
&= E_{t-k-1} (e_{mc}' X_{t+j} + e_{mc}' X_{t+j-1} + e_{\pi}' X_{t+j}) \\
&= e_{mc}' A^{j+k+1} X_{t-k-1} - e_{mc}' A^{j+k} X_{t-k-1} + e_{\pi}' A^{j+k+1} X_{t-k-1}
\end{aligned}$$

$$= [e'_{mc}(A - I) + e'_\pi A] A^{j+k} X_{t-k-1}.$$

Por lo tanto, se obtiene la siguiente relación,

$$\begin{aligned} & \vartheta_2^D \delta \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k \sum_{j=0}^{\infty} \gamma^j E_{t-k-1} (\Delta m c_{t+j} + \pi_{t+j}) \\ &= \vartheta_2^D \delta \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k \sum_{j=0}^{\infty} \gamma^j [e'_{mc}(A - I) + e'_\pi A] A^{j+k} X_{t-k-1} \\ &= \vartheta_2^D \delta [e'_{mc}(A - I) + e'_\pi A] \sum_{j=0}^{\infty} \gamma^j A^j \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k A^k X_{t-k-1} \\ &= \vartheta_2^D c' \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k A^k X_{t-k-1} \end{aligned}$$

Donde $c' = (1 - \gamma)(1 - \theta)[(A - I)e'_{mc} + e'_\pi A][I - \gamma A]^{-1}$. Por lo tanto, la ecuación de la curva de Phillips con doble rigidez planteada es equivalente a la de estimación según el proceso VAR de la metodología.